

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-301173

(43)Date of publication of application : 30.10.2001

(51)Int.Cl.

B41J 2/045

B41J 2/055

B41J 2/16

(21)Application number : 2000-125468

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 26.04.2000

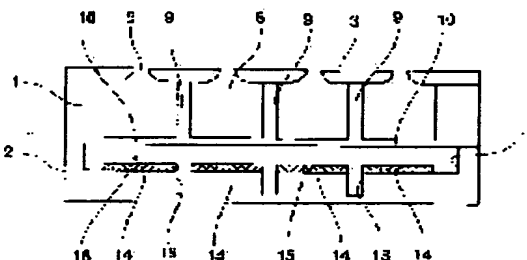
(72)Inventor : EGUCHI HIROTOSHI

## (54) LIQUID DROP DISCHARGE HEAD

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a liquid drop discharge head which can stably drive with a low voltage by reducing an air damper effect of a vibration chamber.

**SOLUTION:** Gap partition walls for separating gap spaces 15 from each other between a diaphragm 10 and electrodes 14 are not formed immediately below liquid chamber partition walls 9 which separate liquid chambers 6 from each other. Recessed parts 18 opened to the gap space 15 are formed to a part immediately below the liquid chamber partition walls 9 of an electrode substrate 2.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-301173

(P2001-301173A)

(43) 公開日 平成13年10月30日 (2001. 10. 30)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

B 4 1 J 2/045  
2/055  
2/16

識別記号

F I

B 4 1 J 3/04

テ-マ-ト\* (参考)

1 0 3 A 2 C 0 5 7

1 0 3 H

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-125468 (P2000-125468)

(22) 出願日 平成12年4月26日 (2000. 4. 26)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 江口 裕俊

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内

(74) 代理人 230100631

弁護士 稲元 富保

Fターム (参考) 2C057 AF55 AG12 AG54 AG82 AG93

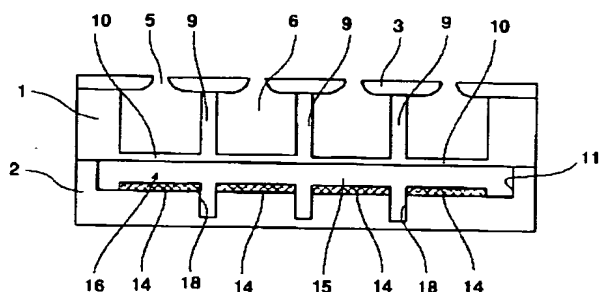
BA03 BA15

(54) 【発明の名称】 液滴吐出ヘッド

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 振動室のエアダンパ効果を低減して低電圧で安定的に駆動可能な液滴吐出ヘッドの提供。

【解決手段】 各液室6を隔てる液室間隔壁9の直下に振動板10と電極14との各ギャップ空間15を隔てるギャップ間隔壁を有せず、電極基板2の液室間隔壁9の直下の部分にギャップ空間15に開口した凹部18を有している構造とした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 液滴を吐出するノズルに連通している各液室の壁面を形成する振動板を設けた振動板基板と、前記振動板に対向する電極を設けた電極基板とを有し、前記振動板を静電力で変形変位させて前記ノズルから液滴を吐出させる液滴吐出ヘッドにおいて、前記各液室を隔てる液室間隔壁の直下の部分に前記振動板と電極との間の各ギャップ空間を隔てるギャップ間隔壁を有せず、前記電極基板の前記液室間隔壁の直下の部分に前記ギャップ空間に開口した凹部を有していることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項2】 液滴を吐出するノズルに連通している各液室の壁面を形成する振動板を設けた振動板基板と、前記振動板に対向する電極を設けた電極基板とを有し、前記振動板を静電力で変形変位させて前記ノズルから液滴を吐出させる液滴吐出ヘッドにおいて、前記液室を隔てる液室間隔壁の直下に前記振動板と電極との間の各ギャップ空間を隔てる各ギャップ間隔壁を有し、このギャップ間隔壁に各ギャップ空間を連通する連通路を形成し、前記電極基板の前記連通路に対応する部分に前記ギャップ空間に開口した凹部を有していることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項3】 液滴を吐出するノズルに連通している各液室の壁面を形成する振動板を設けた振動板基板と、前記振動板に対向する電極を設けた電極基板とを有し、前記振動板を静電力で変形変位させて前記ノズルから液滴を吐出させる液滴吐出ヘッドにおいて、前記液室を隔てる液室間隔壁に前記振動板と電極との間のギャップ空間に開口した凹部を設けたことを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項4】 請求項3に記載の液滴吐出ヘッドにおいて、液室間隔壁の直下に前記振動板と電極との間のギャップ空間を隔てるギャップ間隔壁を有しないことを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項5】 請求項1乃至4のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記振動板に対して前記電極を非平行状態で配置したことを特徴とする液滴吐出ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は液滴吐出ヘッドに関し、特に静電型液滴吐出ヘッドに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 プリント、ファクシミリ、複写装置等の画像記録装置或いは画像形成装置として用いるインクジェット記録装置において使用する液滴吐出ヘッドであるインクジェットヘッドとしては、インク滴を吐出するノズルと、このノズルが連通する液室（インク流路、圧力室、吐出室、加圧液室等とも称される。）とこの液室の壁面を形成する振動板と、この振動板に対向する電極とを有し、振動板と電極との間に電圧を印加することで発生する静電力により振動板を変形させて、液室内の圧力

／体積を変化させることによりノズルからインク滴を吐出させる静電型インクジェットヘッドが知られている。

【0003】 このような静電型インクジェットヘッドにおいては、振動板と電極との間に微小なギャップ（ギャップを形成する空間を「ギャップ空間」という。）を形成することが必要で、この微小なギャップ空間に水分や異物が混入すると、振動板の変位量が変化して、インク滴吐出量やインク滴吐出速度が増加或いは減少するなどインク滴吐出特性が変動し、或いは振動板が変位しなくなって、インク滴吐出不能になるなど、画像品質が劣化することがある。

【0004】 そのため、ギャップ空間を外気から封止する必要があるが、このようにギャップ空間を封止すると、ギャップ空間は振動板が変形変位するための室（これを「振動室」という。）を形成しており、振動板の変位に伴って空気が圧縮されて圧力が上昇し、振動板の変位が抑制される（この現象を「エアダンパ効果」という。）が発生し、必要な振動板変位量を得られなくなる。

【0005】 そこで、従来、特開平7-299908号公報に開示されているように、振動室の容積変化量を規定したり、振動室の容積を一定値に保ったりする手段を設けたり、また、特開平11-34319号公報に開示されているように、振動板直下以外の空間を広くしたり、隣接する振動室（ギャップ空間）を連通することで、振動室全体の容量を増やし、その振動室内圧力の上昇を低減させるようにしている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、上述した従来の静電型インクジェットヘッドを試作して実験した結果、振動板の静的又は準静的に取り扱える低い駆動周波数では、エアダンパ効果は低減したが、駆動周波数を数kHz～数十kHzまでダイナミックに駆動した場合には、振動板の直下から離れた場所の方へ容量を大きくしても、エアダンパ効果は低減しなかった。

【0007】 そこで、本発明者らは、さまざまな実験を繰り返した結果、エアダンパ効果の低減効果が得られないのは、空気の圧力の伝播速度（音速）を考慮すると、駆動周波数が50kHzの時、空気の圧力は、約1.7mm（ $=1/50\text{kHz} \times 1/4 \times 330\text{m/sec}$ ）しか進まないために振動室（ギャップ空間）全体の圧力を上昇するまでには至らないこと、また空気そのものも短時間では微小な距離しか進まないことから、振動板近傍の圧力のみが上昇するためであるという知見を得た。

【0008】 本発明は上記の課題と知見に基づいてなされたものであり、エアダンパ効果を低減して低電圧で安定的に駆動可能な液滴吐出ヘッドを提供することを目的とする。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】 上記の課題を解決するた

め、本発明に係る液滴吐出ヘッドは、各液室を隔てる液室間隔壁の直下に振動板と電極との間の各ギャップ空間を隔てるギャップ間隔壁を有せず、電極基板の液室間隔壁の直下の部分にギャップ空間に開口した凹部を有している構成としたものである。

【0010】本発明に係る液滴吐出ヘッドは、液室を隔てる液室間隔壁の直下に振動板と電極との間の各ギャップ空間を隔てる各ギャップ間隔壁を有し、このギャップ間隔壁に各ギャップ空間を連通する連通路を形成し、電極基板の連通路に対応する部分にギャップ空間に開口した凹部を有している構成としたものである。

【0011】本発明に係る液滴吐出ヘッドは、液室を隔てる液室間隔壁に振動板と電極との間のギャップ空間に開口した凹部を設ける構成としたものである。ここで、液室間隔壁の直下に振動板と電極との間のギャップ空間を隔てるギャップ間隔壁を有しないことができる。

【0012】さらに、これらの液滴吐出ヘッドにおいて、振動板に対して電極を非平行状態で配置したことが好ましい。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付図面を参照して説明する。図1は本発明の第1実施形態に係る静電型インクジェットヘッドの液室長辺方向に沿う模式的断面説明図、図2は同ヘッドの液室短辺方向に沿う模式的断面説明図である。

【0014】このインクジェットヘッドは、振動板基板1と電極基板2とノズル板3とを接合し、インク滴を吐出するノズル5と、このノズル5が連通する液室6、この液室6にインクを供給する共通液室7、液室6と共通液室7とを連通するリフィル部（流体抵抗部）8などを形成している。なお、各液室6は隔壁（これを「液室間隔壁」という。）9で仕切られている。

【0015】ここで、振動板基板1には、液室6及びこの液室6の壁面（底面）となる振動板10を形成する凹部、共通液室7となる凹部、流体抵抗部8である穴部を形成している。この振動板基板1の振動板10は、例えばシリコン基板に高濃度ボロン拡散層を形成し、この高濃度ボロン拡散層をエッチングストップ層として異方性エッチングを行うことによって高精度に形成することができる。その他、SOI基板や多結晶シリコン基板などを用いることもできる。

【0016】次に、電極基板2は、ガラス基板或いはシリコン基板に熱酸化膜などの絶縁膜を形成したものを用いて、ガラス基板の場合にはそのまま、シリコン基板の場合には絶縁膜に複数の電極を形成するための凹部11を形成し、この凹部11に各振動板10に所定のギャップをおいて対向する複数の電極14を形成し、これらの振動板10と電極14で静電アクチュエータを構成している。なお、この振動板10と電極14との間のギャップを含む空間をギャップ空間15とする。

【0017】この電極11の表面には酸化膜或いは窒化膜などの絶縁膜を形成して、振動板10と対向する電極14の接触による損傷などを防止している。この場合、振動板10側に絶縁膜を形成することもできる。

【0018】また、電極基板2に形成された凹部11は、振動板10と電極14との間の各ギャップ空間15を隔てる隔壁（これを「ギャップ間隔壁」と称する。）を個別に設けることなく、一括して形成され、この電極基板2と振動板基板1とを接合することにより、凹部11と振動板基板1との間に空間（これを「振動室16」と称する。）を構成している。なお、電極基板2に凹部11を形成した後、凹部11に電極14を配置し、次に、電極基板2と振動板基板1を接合してから、振動板基板1に液室6と振動板10などを形成しても良い。

【0019】そして、このヘッドでは液室6を隔てる液室間隔壁9の直下には、ギャップ間隔壁を有せず、電極基板2の液室間隔壁9の直下の部分には、ギャップ空間15（振動室16）に開口した凹部18を形成している。この凹部18は、電極基板2の厚さが厚い場合は、できるだけ深く形成することが好ましい。

【0020】この凹部18を設けた振動室16に水分や埃等の異物がギャップに侵入すると、振動板10が変位し難くなるので、その水分や埃が侵入するのを防止するために、凹部11の開口端部を封止部材19にて封止し、密閉空間としてギャップ内への異物などの浸入を防止している。なお、密閉された振動室16の内部は体積圧縮率の小さな物質、例えば空気などの気体になっている。

【0021】このように構成したインクジェットヘッドにおいては、振動板10と電極14との間に駆動電圧を印加することによって、振動板10と電極14との間に静電力（静電吸引力）が発生して、振動板10が電極14側に変形変位する。これにより、液室6の内容積が拡張されて内圧が下がるため、流体抵抗部8を介して共通液室7から液室6にインクが充填される。

【0022】次いで、電極14への電圧印加を断つと、静電力が作用しなくなり、振動板10はそれ自身のもつ弾性によって復元する。この動作に伴い液室6の内圧が上昇し、ノズル5からインク滴が吐出される。再び電極14に電圧を印加すると、再び静電吸引力によって振動板10は電極14側に引き込まれる。

【0023】ところで、上述したように振動板10が変位することによって、密閉空間（振動室16）の空気が圧縮され、圧力が上昇するので、振動板10が振動室16の圧力で押し戻され、空気が無い場合による計算で求めた振動板10の変位よりも小さくなる（これをエアダンパ効果と呼ぶ）。ここで、圧力の上昇 $\Delta P$ は、(1)式で表される。

【0024】

【数1】

$$\Delta P = P_0 \frac{\Delta V}{V - \Delta V}$$

【0025】この(1)式で、 $P_0$ は振動室16の初期圧力、 $V$ は振動室16の初期容積、 $\Delta V$ は振動板10の変位による容積変化量を示している。このエアダンパ効果を低減し、振動室内部の圧力上昇 $\Delta P$ を減少させ、駆動の低電圧化と応答性の向上を達成するためには、振動室16の初期容量を増加させることが効果的であることが理解される。

【0026】そこで、この実施形態のインクジェットヘッドにおいては、前述したように、液室間隔壁9の直下にギャップ間隔壁を有せず、液室間隔壁9の直下に振動室16に開口した凹部18を形成している。したがって、液室間隔壁9の直下にギャップ間隔壁を設ける場合に比べて、振動室16の初期容量が増加するので、その分圧力上昇も小さくなり、エアダンパ効果を低減することができる。

【0027】さらに、電極基板2の厚さが厚い場合、電極基板2の凹部18をできるだけ深く形成することで、エアダンパ効果をより低減することができる。さらに、1つまたは複数の振動板10が、振動板10に対向する電極14側に変位した場合でも、電極基板2と振動板基板1とが接合され、封止部材19にて凹部11の開口端部が封止されているので、振動板基板1は振動室16に落ち込むことはなく、アクチュエータとして作用することができる。

【0028】次に、本発明の第2実施形態に係るインクジェットヘッドについて図3及び図4を参照して説明する。なお、図3は同ヘッドの液室長辺方向の模式的断面説明図、図4は同ヘッドの液室短辺方向の模式的断面説明図である。

【0029】この実施形態では、電極基板2に各電極14毎の凹部21を形成して、液室間隔壁9の直下に各ギャップ空間15を仕切るギャップ間隔壁22を形成している。そして、このギャップ間隔壁22に各ギャップ空間15を連通する連通路を形成する切り欠き部23を形成し、この切り欠き部23の底部に連続してギャップ空間15に開口する凹部18を形成している。

【0030】このように、液室間隔壁9の直下に振動板基板1と電極基板2との接合支持部を兼ねたギャップ間隔壁22を設け、このギャップ間隔壁22にギャップ空間15を連通する連通路を形成し、この連通路に対応して凹部18を形成することにより、振動板基板1と電極基板2との接合強度が増加して液室6の変形が防止されるとともに、エアダンパ効果を低減することができる。

【0031】すなわち、複数のノズルを有するマルチノズルヘッドの場合、液室6を隔てる液室間隔壁9の厚さ、幅、高さなどにもよるが、振動室16に面している、つまり、露出している振動板基板1の面積が大きすぎると、複数のアクチュエータを同時に駆動したとき

に、液室間隔壁9が振動室16側に撓んでしまうことがある。

【0032】そこで、液室間隔壁9の直下にギャップ間隔壁22を設けることで、複数のアクチュエータを同時に駆動したときに、液室間隔壁9が振動室16側に撓んでしまうことを防止している。

【0033】次に、本発明の第3実施形態に係るインクジェットヘッドについて図5を参照して説明する。なお、同図は同ヘッドの液室短辺方向の要部拡大説明図である。この実施形態においては、液室間隔壁9内にギャップ空間15に開口する凹部25を形成している。また、液室間隔壁9の直下には凹部25の開口を妨げない部分に前記第2実施形態と同様にギャップ間隔壁22を形成した構成としている。

【0034】このように構成しても、振動室16の初期容量が凹部25の分だけ増加するので、その分圧力上昇も小さくなり、エアダンパ効果を低減することができる。また、液室間隔壁9の内部に空間となる凹部25を有することで、駆動した液室6で発生する圧力波が液室間隔壁9を介して隣接する液室6に伝搬することが低減され、クロストークを低減することができる。

【0035】次に、本発明の第4実施形態に係るインクジェットヘッドについて図6を参照して説明する。なお、同図は同ヘッドの液室短辺方向の要部拡大説明図である。この実施形態においては、液室間隔壁9内にギャップ空間15に開口する凹部25を形成している。また、この実施形態においては、液室間隔壁9の直下にギャップ間隔壁を有しない構成としている。

【0036】このように構成しても、振動室16の初期容量が凹部25の分だけ増加するので、その分圧力上昇も小さくなり、エアダンパ効果を低減することができることは上記第3実施形態と同様である。

【0037】次に、本発明の第5実施形態に係るインクジェットヘッドについて図7を参照して説明する。なお、同図は同ヘッドの液室短辺方向の要部断面説明図である。この実施形態では、電極基板2の凹部11内に電極14を傾斜させて配置するための断面略直角三角形形状の電極形成部26を立ち上げて形成し、この電極形成部26に電極14を形成することにより、振動板10と電極14とを振動板短手方向で非平行な状態で対向配置している。この非平行な振動板10と電極14との間に形成されるギャップを非平行ギャップという。そして、前記第1実施形態と同様に電極基板2にギャップ空間15に開口する凹部18を形成している。

【0038】このように振動板10と電極14とを非平行な状態で対向配置することにより、振動板10は電極14との間のギャップが短いところから変位を開始するので、漸次振動板10と電極14とのギャップ長は短くなる。したがって、振動板10を変位させるための駆動電圧の低電圧化を図ることができる。

【0039】なお、電極基板2の凹部11に形成した電極形成部26は凹部11を形成するときにエッチング等で電極形成部26を残して掘り込んで形成することができる。

【0040】また、電極14の表面に形成する保護膜の厚みを電極形成部26と振動板基板1との最も狭い部分を埋める形で形成することで、保護膜と振動板基板1とを接合することができ、液室間隔壁9の直下に形成したギャップ間隔壁となる支持部材として機能させることができる。

【0041】次に、本発明の第6実施形態に係るインクジェットヘッドについて図8を参照して説明する。なお、同図は同ヘッドの要部斜視説明図である。この実施形態は、上記第5実施形態における電極形成部26をギャップ間隔壁22と一体に形成し、前記第2実施形態のようにギャップ間隔壁22に電極形成部26を含めて切り欠き部23を形成し、この切り欠き部23に対応する部分に凹部18を形成したものである。

【0042】このようにすることで、低電圧駆動化を図りつつ、エアダンパ効果を低減することができる。

【0043】なお、上記各実施形態においてはインク滴を吐出するインクジェットヘッドに適用した例で説明したが、液体レジスト等の他の液体を吐出するヘッドにも同様に適用することができる。

【0044】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る液滴吐出ヘッドによれば、液室間隔壁の直下の部分にギャップ間隔壁を有せず、電極基板の液室間隔壁の直下の部分にギャップ空間に開口した凹部を形成したので、振動室容積を増加できてエアダンパ効果を低減でき、低電圧駆動が可能で、応答性も向上する。

【0045】本発明に係る液滴吐出ヘッドは、液室間隔壁の直下に各ギャップ間隔壁を有し、このギャップ間隔壁に各ギャップ空間を連通する連通路を形成し、電極基板の連通路に対応する部分にギャップ空間に開口した凹部を有しているので、液室や振動板の剛性を確保しつ \*

\*つ、実効的な空間の減少を低減できてエアダンパ効果を低減でき、信頼性が向上する。

【0046】さらに、液室を隔てる液室間隔壁に振動板と電極との間のギャップ空間に開口した凹部を設けたので、振動室容積を増加できてエアダンパ効果を低減でき、低電圧駆動が可能で、応答性も向上する。ここで、液室間隔壁の直下に振動板と電極との間のギャップ空間を隔てるギャップ間隔壁を有しないことで、振動室容積を更に大きくすることができる。

10 【0047】これらの液滴吐出ヘッドにおいて、振動板に対して電極を非平行状態で配置することで、低電圧駆動化を図れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係る静電型インクジェットヘッドの液室長辺方向に沿う模式的断面説明図

【図2】同ヘッドの液室短辺方向に沿う模式的断面説明図

【図3】本発明の第2実施形態に係る静電型インクジェットヘッドの液室長辺方向に沿う模式的断面説明図

20 【図4】同ヘッドの液室短辺方向に沿う模式的断面説明図

【図5】本発明の第3実施形態に係る静電型インクジェットヘッド液室短辺方向に沿う要部拡大説明図

【図6】本発明の第4実施形態に係る静電型インクジェットヘッド液室短辺方向に沿う要部拡大説明図

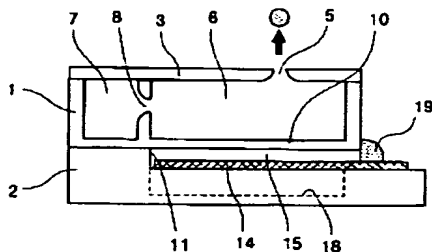
【図7】本発明の第5実施形態に係る静電型インクジェットヘッド液室短辺方向に沿う要部説明図

【図8】本発明の第6実施形態に係る静電型インクジェットヘッドの要部斜視説明図

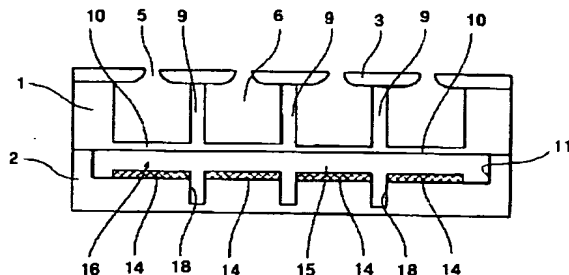
30 【符号の説明】

1…振動板基板、2…電極基板、3…ノズル板、5…ノズル、6…液室、7…共通液室、8…リフィル部、9…液室間隔壁、10…振動板、11、21…凹部、14…電極、15…ギャップ空間、16…振動室、18…凹部、22…ギャップ間隔壁、23…切り欠き部、25…凹部、26…電極形成部。

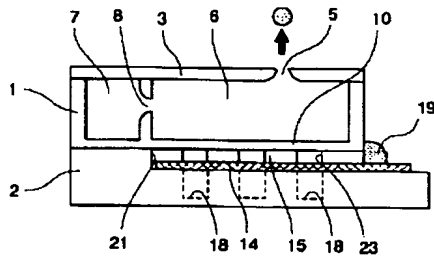
【図1】



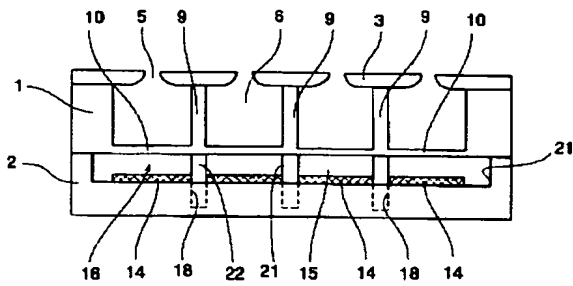
【図2】



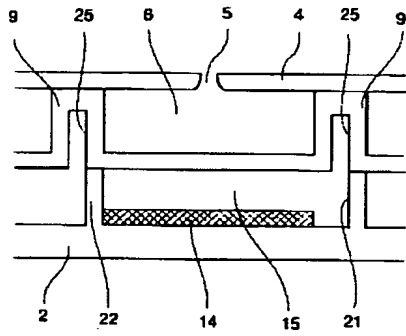
【図3】



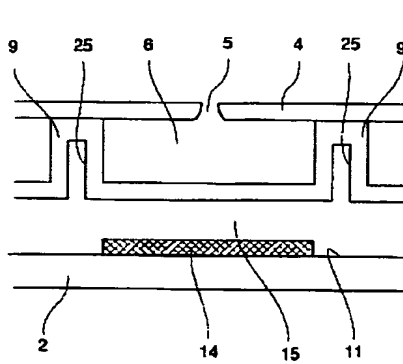
【図4】



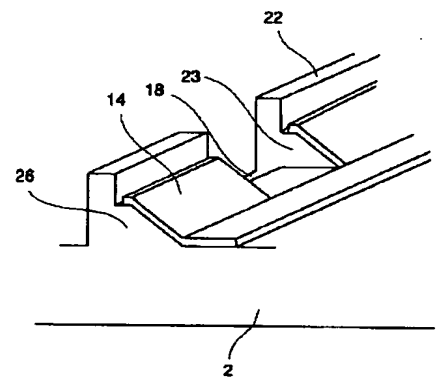
【図5】



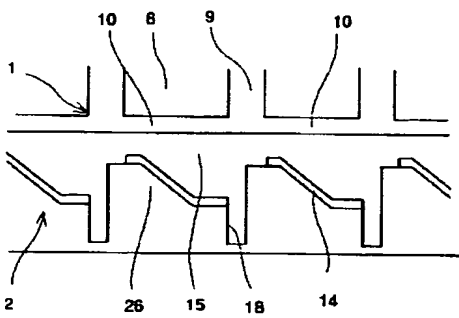
【図6】



【図8】



【図7】



整理番号 0203402  
発送番号 022015  
発送日 平成20年 1月18日

## 拒絶査定

特許出願の番号	特願2002-228117
起案日	平成20年 1月16日
特許庁審査官	桐畑 幸▲廣▼ 9606 2P00
発明の名称	液滴吐出ヘッド、インクジェット記録装置、画像形成装置、液滴を吐出する装置、静電アクチュエータ、マイクロポンプ、光学デバイス
特許出願人	株式会社リコー
代理人	稲元 富保

この出願については、平成19年8月16日付け拒絶理由通知書に記載した理由2によって、拒絶をすべきものです。

なお、意見書及び手続補正書の内容を検討しましたが、拒絶理由を覆すに足りる根拠が見いだせません。

・備考（請求項1～12に係る発明について）

振動板を静電力で変形させるヘッドにおいて、ギャップと連通する空洞を設ける技術は、本願の出願前に周知であって（例えば、特開2001-293863号公報、特開2001-301173号公報、特開2002-86718号公報、特開平11-291485号公報等参照）、上記拒絶理由通知書で引用した国際公開第99/34979号（引用例1）に記載された発明に当該周知の技術を適用し、電極の振動板と対向する面とは反対側に、ギャップと連通する空洞を設けることは、当業者が適宜行い得ることである。

この査定に不服があるときは、この査定の謄本の送達があった日から30日以内（在外者にあつては、90日以内）に、特許庁長官に対して、審判を請求することができます（特許法第121条第1項）。

（行政事件訴訟法第46条第2項に基づく教示）

この査定に対しては、この査定についての審判請求に対する審決に対してのみ取消訴訟を提起することができます（特許法第178条第6項）。

上記はファイルに記録されている事項と相違ないことを認証する。

認証日 平成20年 1月17日 経済産業事務官 平瀬 恵美子